

RISORGE L'ERA DEL FOSSILE

MARCHETTI-19

Le quantità di combustibili fossili che verranno ancora usate nel periodo di transizione saranno circa tre volte di quelle impiegate nel passato



di **Cesare Marchetti**

International Institute for Applied Systems Analysis Laxenburg - Austria

Dopo il turbine della «crisi energetica» fa piacere contarsi e cercar di capire. L'energia è sempre stata un elemento portante nel sistema sociale e produttivo e di conseguenza possiamo contare su una lunga esperienza e provare le ipotesi. La struttura portante delle mie analisi è la concezione eraclea e darwiniana della competizione espressa quantitativamente da Volterra che appare singolarmente adatta a descrivere la dinamica di processi economici e sociali sul lungo termine.

L'imperativo categorico del darwinismo è la massimizzazione del numero ed a questo l'umanità si è sempre piegata, espandendosi geograficamente prima, e poi intensificando la produzione di cibo. Questo è stato ottenuto con l'uso dell'energia: la cottura dei cibi, che rende digeribili molte cose che naturalmente non lo sono, e con l'innovazione tecnologica, l'agricoltura, che

sovrverte gli equilibri ecologici a favore di piante ad alto potenziale nutritivo. La cosa curiosa è che durante diecimila anni di sviluppo della tecnologia agricola il rendimento energetico del sistema (energia estratta come cibo/energia introdotta come lavoro diretto od indiretto) rimase costante.

L'intensificazione, cioè la produzione per unità di superficie ha sempre fatto premio sul resto. Dal cacciatore-raccoglitore che aveva bisogno di chilometri quadri di territorio, al contadino cinese cui bastano cento metri quadri per nutrire una persona, l'intensificazione è di un fattore centomila.

La ragione di questo lungo prologo su Darwin e la densità delle popolazioni umane è che la densità appunto appare come la variabile indipendente che determina da un lato la possibilità di condensazioni urbane con tutto il bagaglio di creazione della civiltà che loro com-

pete, dall'altro la maniera con cui l'energia viene usata al consumo finale e l'influenza che da questa viene sulla maniera di attingere alle fonti primarie. Le pietre che bruciano erano note ai romani, le sorgenti di fuoco ai persiani ed i cinesi alimentavano a metano, trasportato in tubazioni di bambù, il palazzo imperiale di Pechino. Ma le tecnologie relative, ovvie come l'estrazione in miniera, o già molto sofisticate (perforazione di pozzi metaniferi con derrick e trivelle rotative) trovarono nell'antichità solo applicazioni isolate (produzione di sale per evaporazione con fuochi di metano in Cina ad esempio).

Il fatto è che ogni fonte energetica ha la sua economia di scala che funziona a favore quando la scala cresce ed a sfavore quando decresce. Non vale la pena perforare un pozzo per servire le cucine di un accampamento berbero, ma far fuori un pò di boscaglia va be-

nissimo. Il parametro importante per lo switch-on di una nuova fonte, cioè di un nuovo pacchetto di tecnologie, appare essere la densità spaziale del consumo energetico, cioè il prodotto del consumo pro-capite per la densità di persone.

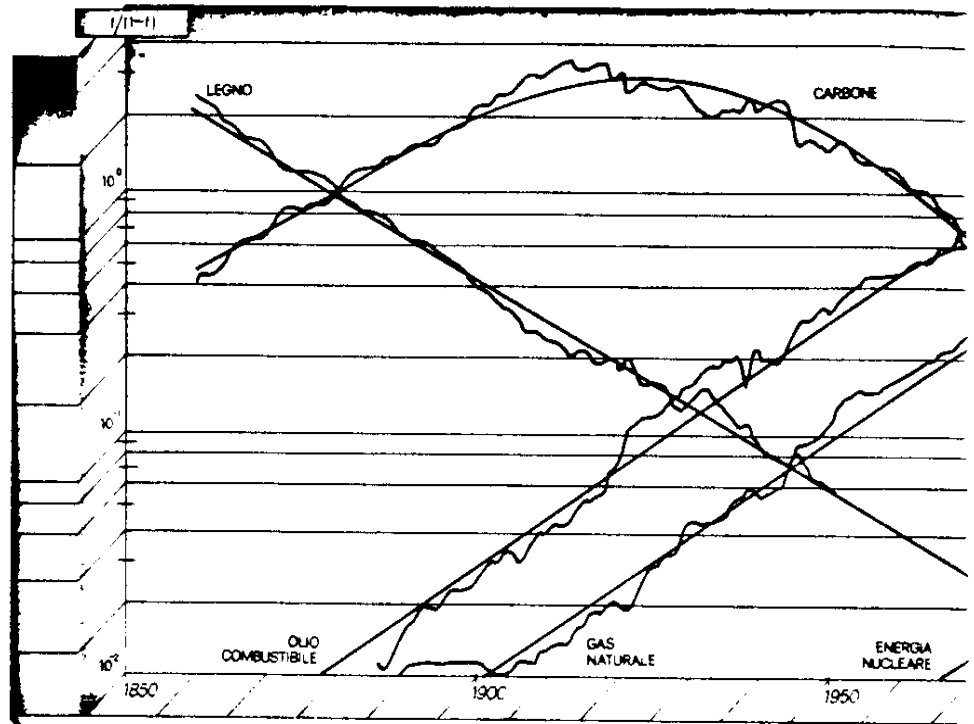
Contrariamente a quello che la maggior parte della gente crede, il consumo pro-capite non è cresciuto molto negli ultimi cinquecento anni, due o tre volte al massimo. La povertà energetica del medioevo era più che altro una povertà di efficienze. È cresciuta però, e di molto, la densità della popolazione che appare dunque come il fattore dominante.

Per l'Europa questo è avvenuto nel XVII-XVIII secolo per l'effetto di importanti innovazioni nel campo dell'agricoltura e prima della rivoluzione industriale di cui questa densificazione era un elemento necessario. È l'epoca del carbone con bacini minerari capaci di produrre a milioni di tonnellate e bacini umani limitrofi capaci di consumarle.

L'ipotesi che l'esaurimento delle foreste produsse il cambiamento non regge più di tanto, visto che le foreste producono ancora dieci volte quello che noi consumiamo in energia oggi. Anche se vi furono ovvi depauperamenti locali spesso dovuti a cattiva gestione delle risorse stesse. La tecnica del bosco ceduo (coppice) era infatti capace di sostenere intensissimi consumatori come le ferriere. Il processo appare forse più evidente nel caso del carbone, che raggiunge la sua massima quota di mercato a livello mondiale negli anni venti, per poi continuamente decadere, senza che vi sia ancora alcun sentore di esaurimento dei bacini carboniferi. Anche la spiegazione che il petrolio è più flessibile nell'uso, è una spiegazione discutibile. Nessuno usa il grezzo, ma solo dei prodotti derivati da tecniche di raffinazione molto sofisticate. E col carbone si possono fare le stesse cose.

Quando le densità di consumo raggiungono alti livelli, come nelle città, allora le reti distributive s'impongono. L'acquedotto sostituisce il secchio. Con una umanità che esplose in zone di denso urbanesimo le economie di scala favoriscono il metano e l'elettricità, i due «fluidi» energetici nati per le reti.

Fin qui siamo al livello dell'imperativo di densificazione sociale e delle sue conseguenze. L'altro aspetto citato del darvinismo è la competizione tra sottostutture (specie) all'interno di un certo contenitore (nicchia) quantificata da Volterra nelle sue equazioni. Nel nostro caso possiamo prendere la grande nic-



chia, il mondo, e guardare come nel tempo le varie fonti si spartiscono il mercato energetico.

Il risultato è riportato in Fig. 1 dove le linee spezzate rappresentano i dati statistici e quelle lisce un'appropriata soluzione delle equazioni di Vol-

terra corrispondenti. Il bellissimo risultato non è dovuto al fatto dell'aggregazione a livello mondiale. Questi sistemi energetici possono venir gerarchizzati geograficamente (Germania) o tipologicamente (industria elettrica) andando a vedere come le energie primarie se la



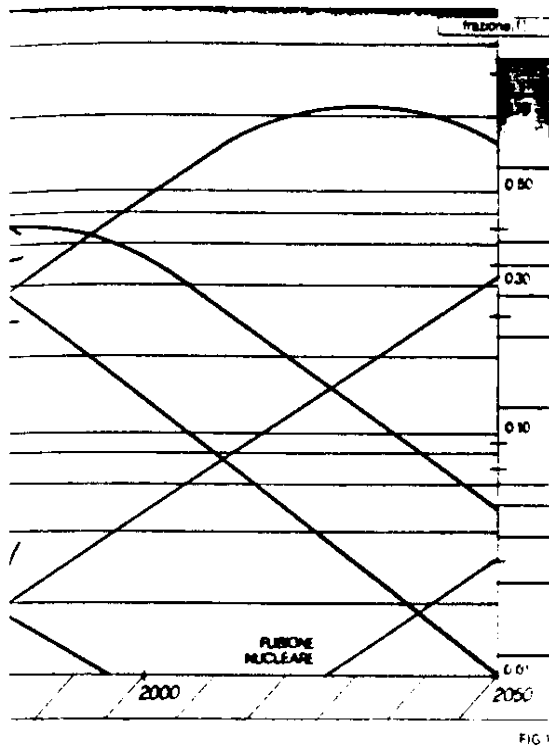


FIG. 1
Storia della sostituzione delle fonti energetiche primarie, le curve rappresentano le quote di mercato (in termini calorici). Il fitting è fatto con un sistema di equazioni logistiche a due parametri

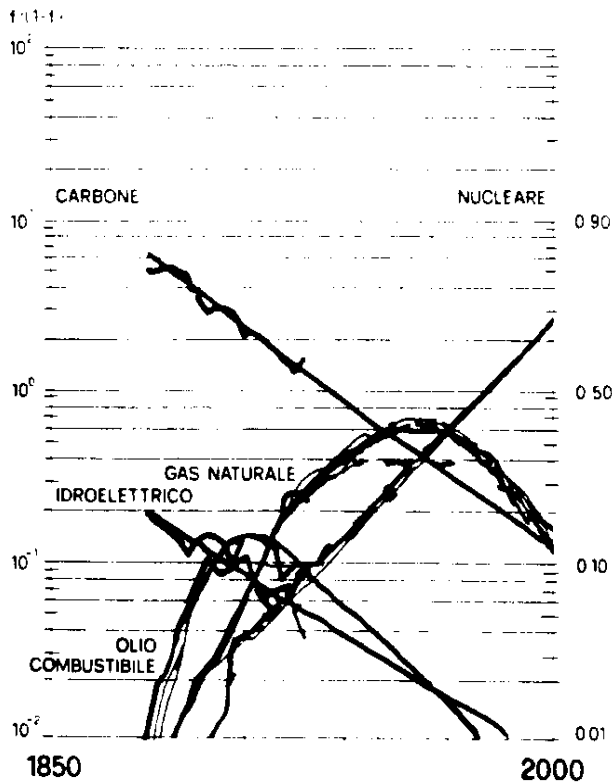
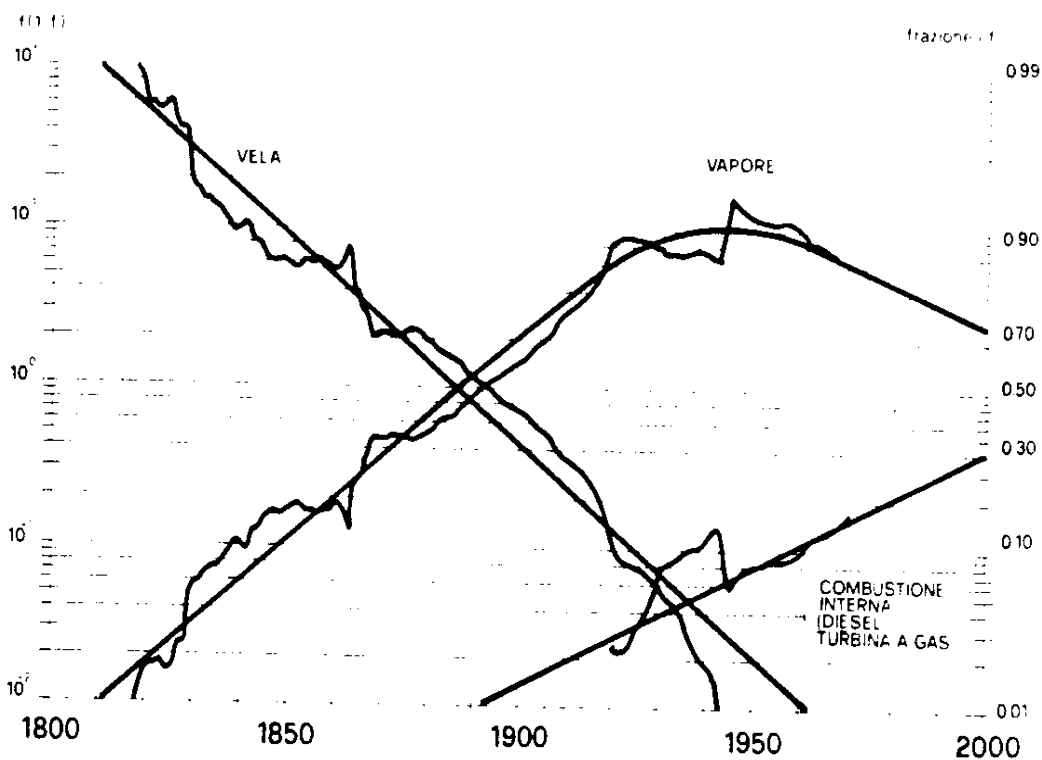


FIG. 2
L'energia elettrica immessa in rete nella Germania Federale, espressa in ragione delle fonti primarie da cui è stata ottenuta

fanno nella contesa per questo submercato (Fig. 2). Ovviamente la struttura base è la stessa anche se i tempi della competizione sono molto diversi da caso a caso. Darwin e le equazioni di Volterra pescano nel profondo e lo si vede dalla precisione con cui centinaia di casi diversi sono descritti. Si possono avere certe deviazioni da queste linee fisiologiche del sistema, ad esempio attraverso legislazioni forzose. Ma prima o poi sono sempre riassorbite, con un opportuno calcio all'intruso. Sia ben chiaro che il sistema elettrico non rappresenta niente di speciale, almeno a questo livello di astrazione. La competizione tra vento, vapore ed aria calda per la propulsione delle navi è riportata nella Fig. 3.

Avere la spartizione dei mercati in termini di energie primarie è molto, ma ovviamente tante considerazioni si possono fare solo sui valori assoluti. Per questo è riportato l'inviluppo, cioè il mercato mondiale negli ultimi cento anni. Anche le energie non commerciali sono incluse, al meglio il risultato è una crescita secolare dei consumi totali, al ritmo del 2.3% all'anno, con superposto un segnale, grosso modo sinusoi-





dale con un periodo di cinquanta anni, che riflette l'oscillazione del ciclo lungo economico. Moltiplicando le frazioni per l'inviluppo ed integrando su certi periodi di tempo si ha il risultato della Tab. 1 che permette di sondare in misura la consistenza delle risorse in termini di consumi.

Il risultato, incidentalmente ottenuto nel mio istituto verso la metà degli anni settanta, mostra che la crisi energetica è un mito di natura politico-pubblicitaria. Cosa ovvia detta ore. E che le fonti primarie, almeno in un contesto fisico sono largamente sufficienti a soddisfare la domanda mondiale di energia. Natu-

ralmente alla lunga l'energia nucleare nelle sue varie forme prenderà il relais, ma la quantità di combustibili fossili che verranno ancora usati nel periodo di transizione saranno circa tre volte quelli usati nel passato. L'era del fossile non è certo tramontata come infatti mostra la Fig. 1.

Come ho detto l'esaurimento delle risorse non entra mai in gioco. Un'immagine può esser quella della balle di paglia lungo una pista da formula uno. Sono lì, ma nessuno in sostanza ci picchia, perché le condizioni al contorno sono altre.

Tutto opera su un gioco di sostituzioni che elimina un contendente molto prima che si sia sgonfiato. La scoperta di nuove risorse è d'altronde un processo dinamico per il momento ancora autoamplificante nel senso che l'attività di ricerca va grosso modo di concerto con il consumo e così la scoperta. Le «riserve ultime» stimate dalle grandi menti sono in effetti cresciute con bella regolarità negli ultimi trent'anni di pari passo con le migliori conoscenze che l'esplorazione forniva.

La conclusione di questo excursus a maglia larga sull'uso dell'energia da parte dell'umanità e sul ricarico tra le fonti è molto ottimistica per quel che riguarda le disponibilità in principio. I



Tabella 1 — CONSUMI ENERGETICI COMULATIVI A LIVELLO MONDIALE INCLUSE LE ENERGIE NON COMMERCIALI (Valori espressi in 109 tonnellate equivalenti di carbone)

	Legno	Carbone	Org. combust.	Gas naturale	Fusione	Emissioni CO ₂
1860-1974 TASSO DI CRESCITA 2,3%	25	125	55	25	—	65 p.p.m.
1975-2050 TASSO DI CRESCITA 3%	2.5	80	210	550	250	190 p.p.m.
RISERVE		1.000	100	100		
RISORSE	R30	10.000	400	300		

Ipotesi nucleare 1% nel 1970, 10% nel 2000. Ipotesi fusione 1% nel 2000, 10% nel 2030. R = rinnovabile. Emissioni di CO₂ misurate in parti per milione di atmosfera

FIG. 3

Storia della sostituzione dei motori primi per la propulsione delle navi. Caso Stati Uniti



FOSSIL FUELS ERA COMES BACK

The fact that the energy crisis is a politically-inspired, publicity-seeking myth was revealed by the Institute of Direct in the mid 1970's. It all seems so obvious now, ten years on. The simple truth is that primary resources, as far as their physical presence under the earth's crust is concerned, are more than adequate for the world's energy requirements. And although the nuclear sector will increasingly take upon itself the role of key energy resource, fossil fuels will continue to hold sway. Even during the switchover to newer forms of energy fossil based fuels will still be exploited in quantities up to three times those consumed in the past. It goes without saying that fossil fuels have a long future ahead of them.

nodì centrali sono politici, cioè in sostanza delle relazioni di forza tra venditori e compratori. Per il futuro relativamente prossimo si vedono due tendenze di senso contrario prendere campo. Da un lato la crescente penetrazione del metano tende ad irrigidire il legame compratore-venditore e non so quanto questo irrigidisca le posizioni di forza. Se però le teorie di T. Gold sul metano primario profondo e sostanzialmente delocalizzato porteranno frutti, anche questo problema si risolverà con un technological fix. Dall'altro la penetrazione del nucleare tende a diluire la figura del venditore, ed a delocalizzarlo attenuando i suoi legami con il compratore, processo direi completo con i breeder. È presumibile dunque che anche i prezzi dell'energia ritorneranno al tran tran storico che li situa sui 15\$ per barile, tanto per avere un riferimento. I nostri bagni di adrenalina dovremo cercarli altrove.

Cesare Marchetti